

基于动态逻辑的建模研究

陈希

北京大学 逻辑学

2013 年 2 月



内容提要

1 建模的起点

- 2009年中山大学数学建模比赛
- 2009年全国大学生数学建模比赛
- 第12届大学生数学建模大赛
- 2010年全国大学生数学建模比赛

内容提要

1 建模的起点

- 2009年中山大学数学建模比赛
- 2009年全国大学生数学建模比赛
- 第12届大学生数学建模大赛
- 2010年全国大学生数学建模比赛

2 知识准备

- 动态认知逻辑
- 计算语言学
- 应用实例

内容提要

- 1 建模的起点
 - 2009年中山大学数学建模比赛
 - 2009年全国大学生数学建模比赛
 - 第12届全国大学生数学建模大赛
 - 2010年全国大学生数学建模比赛
- 2 知识准备
 - 动态认知逻辑
 - 计算语言学
 - 应用实例
- 3 前期工作
 - 基于逻辑模型的博弈研究
 - 基于偏好逻辑的模型检测

内容提要

- 1 建模的起点
 - 2009年中山大学数学建模比赛
 - 2009年全国大学生数学建模比赛
 - 第12届全国大学生数学建模大赛
 - 2010年全国大学生数学建模比赛
- 2 知识准备
 - 动态认知逻辑
 - 计算语言学
 - 应用实例
- 3 前期工作
 - 基于逻辑模型的博弈研究
 - 基于偏好逻辑的模型检测
- 4 展望

内容提要

- 1 建模的起点
 - 2009年中山大学数学建模比赛
 - 2009年全国大学生数学建模比赛
 - 第12届全国大学生数学建模大赛
 - 2010年全国大学生数学建模比赛
- 2 知识准备
 - 动态认知逻辑
 - 计算语言学
 - 应用实例
- 3 前期工作
 - 基于逻辑模型的博弈研究
 - 基于偏好逻辑的模型检测
- 4 展望
- 5 致谢

09年中大校赛

建模源起

09年中大校赛

建模源起

● 问题背景

H5N1病毒于1996年在中国广东被明确发现，于1997年在香港大规模爆发疫情，并首次报告有人类感染病例，此后在世界各地均有疫情发生，对人类生活构成了巨大的威胁，目前还没有有效的治疗药物和疗法。请你根据禽流感病毒的传播特性，建立合理的数学模型，并根据模型给出有效的预防方案。

09年中大校赛

建模源起

- **问题背景**

H5N1病毒于1996年在中国广东被明确发现，于1997年在香港大规模爆发疫情，并首次报告有人类感染病例，此后在世界各地均有疫情发生，对人类生活构成了巨大的威胁，目前还没有有效的治疗药物和疗法。请你根据禽流感病毒的传播特性，建立合理的数学模型，并根据模型给出有效的预防方案。

- **解决方案：**

09年中大校赛

建模源起

- **问题背景**

H5N1病毒于1996年在中国广东被明确发现，于1997年在香港大规模爆发疫情，并首次报告有人类感染病例，此后在世界各地均有疫情发生，对人类生活构成了巨大的威胁，目前还没有有效的治疗药物和疗法。请你根据禽流感病毒的传播特性，建立合理的数学模型，并根据模型给出有效的预防方案。

- **解决方案**：基于SEIR模型的H5N1禽流感扩散微分方程模型

10年全国赛

眼科病床的合理安排

10年全国赛

眼科病床的合理安排

某医院眼科门诊每天开放，住院部共有病床79张。该医院眼科手术主要分四大类：白内障、视网膜疾病、青光眼和外伤。附录中给出了2008年7月13日至2008年9月11日这段时间里各类病人的情况。白内障手术较简单，而且没有急症。目前该院是每周一、三做白内障手术，此类病人的术前准备时间只需1、2天。做两只眼的病人比做一只眼的要多一些，大约占到60%。如果要做双眼是周一先做一只，周三再做另一只。外伤疾病通常属于急症，病床有空时立即安排住院，住院后第二天便会安排手术。其他眼科疾病比较复杂，有各种不同情况，但大致住院以后2-3天内就可以接受手术，主要是术后的观察时间较长。这类疾病手术时间可根据需要安排，一般不安排在周一、周三。由考虑到手术医生的安排问题，通常情况下白内障手术与其他眼科手术（急症除外）不安排在同一天做。当前该住院部对全体非急症病人是按照FCFS规则安排住院，但等待住院病人队列却越来越长，医院方面希望你们能通过数学建模来帮助解决该住院部的病床合理安排问题，以提高对医院资源的有效利用。

眼科病床的合理安排

- 问题

眼科病床的合理安排

● 问题

- ① 试分析确定合理的评价指标体系，用以评价该问题的病床安排模型的优劣。
- ② 试就该住院部当前的情况，建立合理的病床安排模型，以根据已知的第二天拟出院病人数来确定第二天应该安排哪些病人住院。并对你们的模型利用问题一中的指标体系作出评价。
- ③ 作为病人，自然希望尽早知道自己大约何时能住院。能否根据当时住院病人及等待住院病人的统计情况，在病人门诊时即告知其大致入住时间区间。
- ④ 若该住院部周六、周日不安排手术，请你们重新回答问题二，医院的手术时间安排是否应作出相应调整？
- ⑤ 有人从便于管理的角度提出建议，在一般情形下，医院病床安排可采取使各类病人占用病床的比例大致固定的方案，试就此方案，建立使得所有病人在系统内的平均逗留时间（含等待入院及住院时间）最短的病床比例分配模型。

眼科病床的合理安排

● 问题

- ① 试分析确定合理的评价指标体系，用以评价该问题的病床安排模型的优劣。
- ② 试就该住院部当前的情况，建立合理的病床安排模型，以根据已知的第二天拟出院病人数来确定第二天应该安排哪些病人住院。并对你们的模型利用问题一中的指标体系作出评价。
- ③ 作为病人，自然希望尽早知道自己大约何时能住院。能否根据当时住院病人及等待住院病人的统计情况，在病人门诊时即告知其大致入住时间区间。
- ④ 若该住院部周六、周日不安排手术，请你们重新回答问题二，医院的手术时间安排是否应作出相应调整？
- ⑤ 有人从便于管理的角度提出建议，在一般情形下，医院病床安排可采取使各类病人占用病床的比例大致固定的方案，试就此方案，建立使得所有病人在系统内的平均逗留时间（含等待入院及住院时间）最短的病床比例分配模型。

● 解决方案:

眼科病床的合理安排

● 问题

- ① 试分析确定合理的评价指标体系，用以评价该问题的病床安排模型的优劣。
- ② 试就该住院部当前的情况，建立合理的病床安排模型，以根据已知的第二天拟出院病人数来确定第二天应该安排哪些病人住院。并对你们的模型利用问题一中的指标体系作出评价。
- ③ 作为病人，自然希望尽早知道自己大约何时能住院。能否根据当时住院病人及等待住院病人的统计情况，在病人门诊时即告知其大致入住时间区间。
- ④ 若该住院部周六、周日不安排手术，请你们重新回答问题二，医院的手术时间安排是否应作出相应调整？
- ⑤ 有人从便于管理的角度提出建议，在一般情形下，医院病床安排可采取使各类病人占用病床的比例大致固定的方案，试就此方案，建立使得所有病人在系统内的平均逗留时间（含等待入院及住院时间）最短的病床比例分配模型。

● 解决方案:关于眼科病床合理安排的动态优化模型

10年华东赛

现代高层商务楼中一般都配套了多台电梯，因此如何安排好各台电梯的运行方式，既能保证大楼内各公司员工的正常工作和出行，又能降低能耗，节约成本，是大楼物业管理中的重要内容之一。在一般高层商务楼中，经常采用的是分层次或单双层的运行方式，或者某部电梯直达某高层以上的方法，试从节约能源和尽力满足客户需求这两个角度，具体评价这些方案的优劣。

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- 问题:

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层底下车库，方案该做如何调整？

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层底下车库，方案该做如何调整？
- **解决方案:**

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层底下车库，方案该做如何调整？
- **解决方案:**基于非线性规划的电梯运行管理方案

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层地下车库，方案该做如何调整？
- **解决方案:**基于非线性规划的电梯运行管理方案
- **论文发表:**

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层底下车库，方案该做如何调整？
- **解决方案:**基于非线性规划的电梯运行管理方案
- **论文发表:**基于非线性规划的电梯调度研究

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层底下车库，方案该做如何调整？
- **解决方案:**基于非线性规划的电梯运行管理方案
- **论文发表:**基于非线性规划的电梯调度研究
- **论文引用:**

高层商务楼中的电梯运行管理方案设计

- **问题:**现有一商务楼，层高25层，每层的员工数在220-260之间，员工上班时间均为上午9时至下午17:30分。大楼内有客用电梯6台，另有一台消防电梯。电梯运行速度大约为 1.7m/s ，大楼的层高为 3.2m （装修以后的，装修前为 4.1m ），试建立一个合适的电梯运行方案（包括闲时和忙碌时），使尽可能降低能耗但又不至于使用户有较大的不舒服。若大楼另有两层底下车库，方案该做如何调整？
- **解决方案:**基于非线性规划的电梯运行管理方案
- **论文发表:**基于非线性规划的电梯调度研究
- **论文引用:**基于非线性规划的电梯调度方案

10年全国赛

通常加油站都有若干个储存燃油的地下储油罐，并且一般都有与之配套的“油位计量管理系统”，采用流量计和油位计来测量进/出油量与罐内油位高度等数据，通过预先标定的罐容表（即罐内油位高度与储油量的对应关系）进行实时计算，以得到罐内油位高度和储油量的变化情况。许多储油罐在使用一段时间后，由于地基变形等原因，使罐体的位置会发生纵向倾斜和横向偏转等变化（以下称为变位），从而导致罐容表发生改变。按照有关规定，需要定期对罐容表进行重新标定。图1是一种典型的储油罐尺寸及形状示意图，其主体为圆柱体，两端为球冠体。图2是其罐体纵向倾斜变位的示意图，图3是罐体横向偏转变位的截面示意图。

储油罐的变位识别与罐容表标定

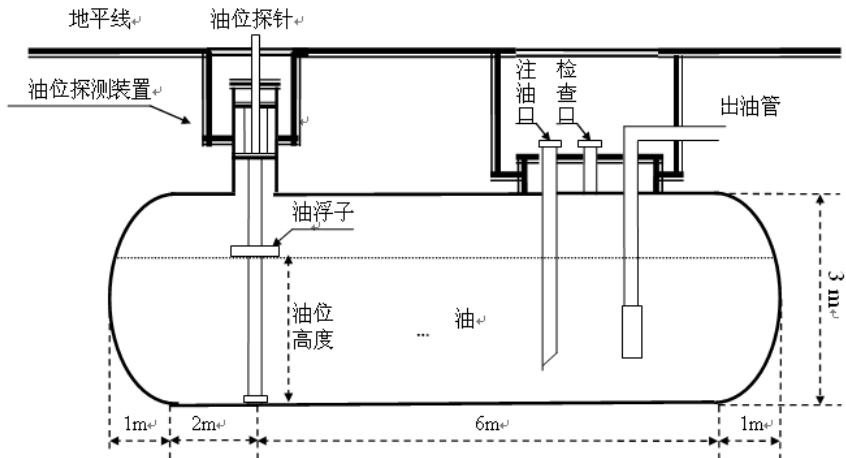


图1 储油罐正面示意图

储油罐的变位识别与罐容表标定

- 问题

储油罐的变位识别与罐容表标定

● 问题

- ① 为了掌握罐体变位后对罐容表的影响，利用如图4的小椭圆型储油罐（两端平头的圆柱体），分别对罐体无变位和倾斜角为 $\theta=4.10$ 的纵向变位两种情况做了实验，实验数据如附件1所示。请建立数学模型研究罐体变位后对罐容表的影响，并给出罐体变位后油位高度间隔为1cm的罐容表标定值。
- ② 对于图1所示的实际储油罐，试建立罐体变位后标定罐容表的数学模型，即罐内储油量与油位高度及变位参数（纵向倾斜角度和横向偏转角度）之间的一般关系。请利用罐体变位后在进/出油过程中的实际检测数据（附件2），根据你们所建立的数学模型确定变位参数，并给出罐体变位后油位高度间隔为10cm的罐容表标定值。进一步利用附件2中的实际检测数据来分析检验你们模型的正确性与方法的可靠性。

● 解决方案:

储油罐的变位识别与罐容表标定

● 问题

- ① 为了掌握罐体变位后对罐容表的影响，利用如图4的小椭圆型储油罐（两端平头的圆柱体），分别对罐体无变位和倾斜角为 $\theta=4.10$ 的纵向变位两种情况做了实验，实验数据如附件1所示。请建立数学模型研究罐体变位后对罐容表的影响，并给出罐体变位后油位高度间隔为1cm的罐容表标定值。
- ② 对于图1所示的实际储油罐，试建立罐体变位后标定罐容表的数学模型，即罐内储油量与油位高度及变位参数（纵向倾斜角度和横向偏转角度）之间的一般关系。请利用罐体变位后在进/出油过程中的实际检测数据（附件2），根据你们所建立的数学模型确定变位参数，并给出罐体变位后油位高度间隔为10cm的罐容表标定值。进一步利用附件2中的实际检测数据来分析检验你们模型的正确性与方法的可靠性。

● 解决方案:基于几何微分与函数拟合结合的罐容表标定模型

储油罐的变位识别与罐容表标定

● 问题

- ① 为了掌握罐体变位后对罐容表的影响，利用如图4的小椭圆型储油罐（两端平头的圆柱体），分别对罐体无变位和倾斜角为 $\theta=4.10$ 的纵向变位两种情况做了实验，实验数据如附件1所示。请建立数学模型研究罐体变位后对罐容表的影响，并给出罐体变位后油位高度间隔为1cm的罐容表标定值。
- ② 对于图1所示的实际储油罐，试建立罐体变位后标定罐容表的数学模型，即罐内储油量与油位高度及变位参数（纵向倾斜角度和横向偏转角度）之间的一般关系。请利用罐体变位后在进/出油过程中的实际检测数据（附件2），根据你们所建立的数学模型确定变位参数，并给出罐体变位后油位高度间隔为10cm的罐容表标定值。进一步利用附件2中的实际检测数据来分析检验你们模型的正确性与方法的可靠性。

● 解决方案:基于几何微分与函数拟合结合的罐容表标定模型

知识准备

知识准备

认知模型

知识准备

认知模型

在哲学史上，对于“什么是知识”这个问题有过很长一段时间探讨，哲学家们的解释各不相同。古希腊哲学家苏格拉底认为德性就是知识。奥康认为用直观知识表达的偶然命题，以及以它为基础的命题知识是偶然知识，以抽象认识的必然命题为基础的自明知识是必然知识。黑格尔把经过意识、自我意识、理性的主观精神和历史的客观精神的发展，精神达到主客观统一的纯概念知识称为绝对知识。然而，在认知逻辑学家看来，只有真命题才是知识，如果命题 φ 是真的，并且在主体 a 所认为的所有可能情况下都是真的，那么就可以说主体 a 知道 φ 。因此，可以引用模态逻辑中的必然算子来刻画主体的认知情况。当然，认知语言不仅能表达主体关于世界本身的知识，还可以表达关于其他主体知识的知识，正由于这种刻画和表达主体间的互动的特性，使得其理论研究能较快地得到推广。

认知模型

语言

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，认知逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi$$

认知模型

语言

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，认知逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi$$

认知模型

语言

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，认知逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi$$

认知模型

语言

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，认知逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi$$

模型

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，一个认知模型是满足下列条件的三元组 $M = \langle W, R^A, V^P \rangle$ ：

认知模型

语言

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，认知逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi$$

模型

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，一个认知模型是满足下列条件的三元组 $M = \langle W, R^A, V^P \rangle$ ：

认知模型

语言

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P , 认知逻辑的语句归纳定义如下:

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi$$

模型

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P , 一个认知模型是满足下列条件的三元组 $M = \langle W, R^A, V^P \rangle$:

- W : 一个非空的可能世界的集合。
- R^A : 对于每一个 $a \in A$, 有一个可达关系 $R^A(a) \subseteq W \times W$ 。
- V : 对每个命题变元在每个可能世界上进行赋值, $P \rightarrow 2^W$ 。

认知模型

语义 给定一个认知模型 $M = \langle W, R^A, V^P \rangle$ 和一个可能世界 $w \in W$ ，公式 φ 在认知模型 M 中是真的，记作 $M, w \models \varphi$ ，归纳定义如下：

认知模型

语义 给定一个认知模型 $M = \langle W, R^A, V^P \rangle$ 和一个可能世界 $w \in W$, 公式 φ 在认知模型 M 中是真的, 记作 $M, w \models \varphi$, 归纳定义如下:

- $M, w \models p$ 当且仅当 $w \in V_p$
- $M, w \models \neg\varphi$ 当且仅当 $M, w \not\models \varphi$
- $M, w \models \varphi \wedge \psi$ 当且仅当 $M, w \models \text{and } M, w \models \psi$
- $M, w \models K_a\varphi$ 当且仅当所有的 $v \in W, w \sim_a v \rightarrow M, v \models \varphi$

认知模型

语义 给定一个认知模型 $M = \langle W, R^A, V^P \rangle$ 和一个可能世界 $w \in W$ ，公式 φ 在认知模型 M 中是真的，记作 $M, w \models \varphi$ ，归纳定义如下：

- $M, w \models p$ 当且仅当 $w \in V_p$
- $M, w \models \neg\varphi$ 当且仅当 $M, w \not\models \varphi$
- $M, w \models \varphi \wedge \psi$ 当且仅当 $M, w \models \varphi$ and $M, w \models \psi$
- $M, w \models K_a\varphi$ 当且仅当所有的 $v \in W, w \sim_a v \rightarrow M, v \models \varphi$

这里，我们把一个点模型 (M, w) 称为一个认知状态，一个克里普克模型下的认知状态不仅可以表示主体关于世界的知识，而且还可以通过可及关系表示他们关于其他主体的知识，从而对知识状态建构起一个简单而明晰的逻辑模型。

认知模型

模态系统K 给定一个有限主体集 A 和一可数无穷的命题变元集 P ，正规模态逻辑系统 K 是由下列公理和推演规则组成

认知模型

模态系统K 给定一个有限主体集 A 和一可数无穷的命题变元集 P ，正规模态逻辑系统 K 是由下列公理和推演规则组成

all instantiations of propositional tautologies

$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$

From φ and $\varphi \rightarrow \psi$, infer ψ

From φ , infer $K_a\varphi$

认知模型

模态系统K 给定一个有限主体集 A 和一可数无穷的命题变元集 P ，正规模态逻辑系统 K 是由下列公理和推演规则组成

all instantiations of propositional tautologies

$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$

From φ and $\varphi \rightarrow \psi$, infer ψ

From φ , infer $K_a\varphi$

显然，用模态系统来刻画知识的思想是可行的，如该模态逻辑系统中的分配公理 $K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$ 就刻画了主体的逻辑推理能力。然而，知识还有很多内在性质，相对而言，在模态逻辑系统中的S5系统被认为是刻画知识内在性质的较好系统。

认知模型

S5系统 给定一个有限主体集 A 和一可数无穷的命题变元集 P ,
模态逻辑S5系统由下列公理和推演规则组成:

认知模型

S5系统 给定一个有限主体集 A 和一可数无穷的命题变元集 P ,
模态逻辑S5系统由下列公理和推演规则组成:

all instantiations of propositional tautologies

$$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$$

$$K_a\varphi \rightarrow \varphi$$

$$K_a\varphi \rightarrow K_aK_a\varphi$$

$$\neg K_a\varphi \rightarrow K_a\neg K_a\varphi$$

From φ and $\varphi \rightarrow \psi$, infer ψ

From φ , infer $K_a\varphi$

distribution

truth

positive introspection

negative introspection

modus ponens

necessitation

认知模型

S5系统 给定一个有限主体集 A 和一可数无穷的命题变元集 P ,
模态逻辑S5系统由下列公理和推演规则组成:

all instantiations of propositional tautologies

$$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$$

$$K_a\varphi \rightarrow \varphi$$

$$K_a\varphi \rightarrow K_aK_a\varphi$$

$$\neg K_a\varphi \rightarrow K_a\neg K_a\varphi$$

From φ and $\varphi \rightarrow \psi$, infer ψ

From φ , infer $K_a\varphi$

distribution

truth

positive introspection

negative introspection

modus ponens

necessitation

- 公理性质
- 可靠性与完全性

公开宣告模型

公开宣告逻辑是在认知逻辑的基础上建立的，相比起认知逻辑，它更深入地刻画出主体间的信息互动。原来静态认知逻辑语言能帮助我们刻画和描述主体的静态知识分布，但对于刻画由外部动作引发的知识变化则无能为力。动态认知逻辑中公开宣告逻辑则可以对这种由主体公开宣告引起的知识变化进行表达和刻画。

公开宣告模型

语言

给定一有限主体集 N 和一有限命题变元集 P ，公开宣告逻辑的语句归纳定义如下：

公开宣告模型

语言

给定一有限主体集 N 和一有限命题变元集 P ，公开宣告逻辑的语句归纳定义如下：

公开宣告模型

语言

给定一有限主体集 N 和一有限命题变元集 P ，公开宣告逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi \mid [\varphi]\psi$$

公开宣告模型

语言

给定一有限主体集 N 和一有限命题变元集 P ，公开宣告逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi \mid [\varphi]\psi$$

模型

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，一个公开宣告模型是满足下列条件的三元组 $M = \langle W, \sim^A, V^P \rangle$ ：

公开宣告模型

语言

给定一有限主体集 N 和一有限命题变元集 P ，公开宣告逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi \mid [\varphi]\psi$$

模型

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，一个公开宣告模型是满足下列条件的三元组 $M = \langle W, \sim^A, V^P \rangle$ ：

公开宣告模型

语言

给定一有限主体集 N 和一有限命题变元集 P ，公开宣告逻辑的语句归纳定义如下：

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \psi \mid K_a\varphi \mid [\varphi]\psi$$

模型

给定一有限主体集 N 和一可数无穷的命题变元集 P ，一个公开宣告模型是满足下列条件的三元组 $M = \langle W, \sim^A, V^P \rangle$ ：

- W : 一个非空的可能世界的集合。
- \sim^A : 对于每一个 $a \in A$ ，有一个可达关系 $\sim^A(a) \subseteq W \times W$ 。
- V : 对每个命题变元在每个可能世界上进行赋值, $P \rightarrow 2^W$ 。

公开宣告模型

语义 给定一个认知模型 $M = \langle W, \sim, V \rangle$ 和一个可能世界 $w \in W$ ，公式 φ 在认知模型 M 中是真的，记作 $Mw \models \varphi$ ，归纳定义如下：

$M, w \models p$	当且仅当 $w \in V_p$
$M, w \models \neg\varphi$	当且仅当 $M, w \not\models \varphi$
$M, w \models \varphi \wedge \psi$	当且仅当 $M, w \models \varphi$ 且 $M, w \models \psi$
$M, w \models K_a\varphi$	当且仅当对于所有的 $v \in W$ ， $w \sim_a v \rightarrow M, v \models \varphi$
$M, w \models [\varphi]\psi$	当且仅当如果 $M, w \models \varphi$ ，那么 $M _\varphi w \models \psi$
$M, w \models \langle \varphi \rangle \psi$	当且仅当 $M, w \models \varphi$ 且 $M _\varphi w \models \psi$

公开宣告模型

其中, $M|_{\varphi} = \langle W' \sim' V' \rangle$ 定义如下:

公开宣告模型

其中, $M|_{\varphi} = \langle W' \sim' V' \rangle$ 定义如下:

$$\|\varphi\|_M = \{v \in W \mid (Mv) \models \varphi\}$$

$$W' = \|\varphi\|_M$$

$$\sim'_a = \sim_a \cap (\|\varphi\|_M \times \|\varphi\|_M)$$

$$V'_p = V_p \cap \|\varphi\|_M$$

公开宣告模型

其中, $M|_{\varphi} = \langle W' \sim' V' \rangle$ 定义如下:

$$\begin{aligned} \|\varphi\|_M &= \{v \in W \mid (Mv) \models \varphi\} \\ W' &= \|\varphi\|_M \\ \sim'_a &= \sim_a \cap (\|\varphi\|_M \times \|\varphi\|_M) \\ V'_p &= V_p \cap \|\varphi\|_M \end{aligned}$$

这里, 我们把一个点模型 (M, w) 称为一个认知状态, 公开宣告命题 φ 的影响是把认知状态限制到 φ 成立的那些可能情况, 和日常生活中对公开宣告行为的直观理解是相符合的, 因为当某主体公开宣告一个命题为真的直接结果就是使在场的主体都抛弃原来自己无法区分而实际上该命题为假的可能世界。

公开宣告模型

证明系统 给定一个有限主体集 A 和一有限命题变元集 P ，公开宣告 PA 的逻辑系统是由下列公理和推演规则组成：

公开宣告模型

证明系统 给定一个有限主体集A和一有限命题变元集P，公开宣告PA的逻辑系统是由下列公理和推演规则组成：

all instantiations of propositional tautologies

$$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$$

$$K_a\varphi \rightarrow \varphi$$

$$K_a\varphi \rightarrow K_aK_a\varphi$$

$$\neg K_a\varphi \rightarrow K_a\neg K_a\varphi$$

$$[\varphi]p \leftrightarrow (\varphi \rightarrow p)$$

$$[\varphi]\neg\psi \leftrightarrow (\varphi \rightarrow \neg[\varphi]\psi)$$

$$[\varphi](\psi \wedge \chi) \leftrightarrow ([\varphi]\psi \wedge [\varphi]\chi)$$

$$[\varphi]K_a\psi \leftrightarrow (\varphi \rightarrow K_a[\varphi]\psi)$$

$$[\varphi][\psi]\chi \leftrightarrow [\varphi \wedge [\varphi]\psi]\chi$$

From φ and $\varphi \rightarrow \psi$, infer ψ

From φ , infer $K_a\varphi$

distribution of K_a over \rightarrow
truth

positive introspection

negative introspection

atomic permanence

announcement and negation

announcement and conjunction

announcement and knowledge

announcement composition

modus ponens

necessitation of K_a

公开宣告模型

含公共知识的公开宣告系统PAC由以下公理和推演规则组成：

公开宣告模型

含公共知识的公开宣告系统PAC由以下公理和推演规则组成:

all instantiations of propositional tautologies

$$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$$

distribution of K_a over \rightarrow
truth

$$K_a\varphi \rightarrow \varphi$$

positive introspection

$$K_a\varphi \rightarrow K_aK_a\varphi$$

negative introspection

$$\neg K_a\varphi \rightarrow K_a\neg K_a\varphi$$

$$[\varphi]p \leftrightarrow (\varphi \rightarrow p)$$

atomic permanence

$$[\varphi]\neg\psi \leftrightarrow (\varphi \rightarrow \neg[\varphi]\psi)$$

announcement and negation

$$[\varphi](\psi \wedge \chi) \leftrightarrow ([\varphi]\psi \wedge [\varphi]\chi)$$

announcement and conjunction

$$[\varphi]K_a\psi \leftrightarrow (\varphi \rightarrow K_a[\varphi]\psi)$$

announcement and knowledge

$$[\varphi][\psi]\chi \leftrightarrow [\varphi \wedge [\varphi]\psi]\chi$$

announcement composition

$$C_B(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (C_B\varphi \rightarrow C_B\psi)$$

distribution of C_B over \rightarrow

$$C_B\varphi \rightarrow (\varphi \wedge E_B C_B\varphi)$$

mix of common knowledge

$$C_B(\varphi \rightarrow E_B\varphi) \rightarrow (\varphi \rightarrow C_B\varphi)$$

induction of common knowledge

From φ and $\varphi \rightarrow \psi$, infer ψ

modus ponens

From φ , infer $K_a\varphi$

necessitation of K_a

From φ , infer $C_B\varphi$

necessitation of C_B

From φ , infer $[\psi]\varphi$

necessitation of $[\psi]$

From $\chi \rightarrow [\varphi]\psi$ and $\chi \wedge \varphi \rightarrow E_B\chi$,

announcement and

infer $\chi \rightarrow [\varphi]C_B\psi$

common knowledge

计算语言学

Computational Semantics with functional programming

The book is intended for linguists who want to know more about logic, including recent developments in dynamic logic and epistemic logic, and its applicability to their subject matter, for logicians with a curiosity about applications of their subject to linguistics, and for functional programmers who are interested in a new application domain for their programming skills.

计算语言学

Computational Semantics with functional programming

The book is intended for linguists who want to know more about logic, including recent developments in dynamic logic and epistemic logic, and its applicability to their subject matter, for logicians with a curiosity about applications of their subject to linguistics, and for functional programmers who are interested in a new application domain for their programming skills.

—Jan van Eijck

Haskell 模型检测

Haskell 编程

Haskell是一种纯函数式编程语言，它的命名源自美国数学家Haskell Brooks Curry，他在数学逻辑方面上的工作使得函数式编程语言有了广泛的基础。Haskell语言是1990年在编程语言Miranda的基础上标准化,并以Lambda-Calculus为基础发展而来，主要用于研究工作。

Haskell语言作为一种函数程序设计语言，以其计算模型简单，程序语义清晰，语法优美简洁，便于使用形式语义描述等优点受到广大研究者的青睐。

Haskell 模型检测

Haskell 编程

Haskell是一种纯函数式编程语言，它的命名源自美国数学家Haskell Brooks Curry，他在数学逻辑方面上的工作使得函数式编程语言有了广泛的基础。Haskell语言是1990年在编程语言Miranda的基础上标准化,并以Lambda-Calculus为基础发展而来，主要用于研究工作。

Haskell语言作为一种函数程序设计语言，以其计算模型简单，程序语义清晰，语法优美简洁，便于使用形式语义描述等优点受到广大研究者的青睐。[Haskell 使用简介](#)

Haskell 模型检测

Haskell 编程

Haskell是一种纯函数式编程语言，它的命名源自美国数学家Haskell Brooks Curry，他在数学逻辑方面上的工作使得函数式编程语言有了广泛的基础。Haskell语言是1990年在编程语言Miranda的基础上标准化,并以Lambda-Calculus为基础发展而来，主要用于研究工作。

Haskell语言作为一种函数程序设计语言，以其计算模型简单，程序语义清晰，语法优美简洁，便于使用形式语义描述等优点受到广大研究者的青睐。[Haskell 使用简介](#) [计算语言学应用](#)

应用实例

Communication as Informative Action

应用实例

Communication as Informative Action

A theory of communication should provide accounts of changes in the state of information of a group of discourse participants, on the basis of message exchange within the group. This chapter gives an introduction to the way this is done in dynamic epistemic logic, focussing on the relevance of this work for semantics and pragmatics of natural language. [泥孩难题](#)

基于逻辑模型的博弈研究

As an important tool of decision analysis, game theory is increasingly used in economic and management. Using logic technique can describe and characterize the epistemic structure of games effectively. This paper mainly presents a method for logic modeling based on Sanguosha game. Through model analysis and model checking ,the method is proved to be feasible and widely used in future.

基于逻辑模型的博弈研究

As an important tool of decision analysis, game theory is increasingly used in economic and management. Using logic technique can describe and characterize the epistemic structure of games effectively. This paper mainly presents a method for logic modeling based on Sanguosha game. Through model analysis and model checking ,the method is proved to be feasible and widely used in future. [基于逻辑模型的博弈研究](#)

基于偏好逻辑的模型检测

偏好，作为一种潜藏在人们内心的情感和倾向标尺，影响着人们的日常生活与工作。人们习惯于用偏好去表达意向，用偏好去衡量选择和决策。然而，偏好其本身也因主体所在的客观环境影响而不断发生着调整和改变。对偏好的研究有助于我们更好地去了解个体的选择决策行为，是哲学、计算机科学、行为经济学、社会心理学、博弈论，决策论等多个学科研究的热点课题。

基于偏好逻辑的模型检测

偏好，作为一种潜藏在人们内心的情感和倾向标尺，影响着人们的日常生活与工作。人们习惯于用偏好去表达意向，用偏好去衡量选择和决策。然而，偏好其本身也因主体所在的客观环境影响而不断发生着调整和改变。对偏好的研究有助于我们更好地去了解个体的选择决策行为，是哲学、计算机科学、行为经济学、社会心理学、博弈论，决策论等多个学科研究的热点课题。

基于动态偏好逻辑的模型检测

研究方向

① 逻辑应用

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测 \rightarrow 动态决策

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测 → 动态决策
- 理性选择 → 优化决策

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测 → 动态决策
- 理性选择 → 优化决策
- 确定性偏好 → 不确定性偏好

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测 → 动态决策
- 理性选择 → 优化决策
- 确定性偏好 → 不确定性偏好

② 宏观研究

- 增长模型

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测 → 动态决策
- 理性选择 → 优化决策
- 确定性偏好 → 不确定性偏好

② 宏观研究

- 增长模型
- 效益函数

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测 → 动态决策
- 理性选择 → 优化决策
- 确定性偏好 → 不确定性偏好

② 宏观研究

- 增长模型
- 效益函数
- 收入与分配

研究方向

① 逻辑应用

- 静态预测—→动态决策
- 理性选择—→优化决策
- 确定性偏好—→不确定性偏好

② 宏观研究

- 增长模型
- 效益函数
- 收入与分配

**Thank you very much for your
attention!**